



Memoria del Proyecto Health Analytics para el estudio de la Salud Pública
Paula Fernández Páez, José Alarcón Luna y Andrés Rivas Amil

Memoria del Proyecto Health Analytics para el estudio de la Salud Pública	3
1. Introducción	3
2. Análisis de Datos	3
2.1 Revisión y comprensión de los conjuntos de datos	3
<i>Listado de Variables Analizadas</i>	3
<i>Primeros pasos del análisis: criterios y decisiones iniciales</i>	4
2.2 Selección y normalización de países, y marco temporal	5
<i>Criterios de exclusión geográfica:</i>	5
<i>Criterios temporales:</i>	6
3. Análisis: Organización del Data Storytelling y Formulación de Hipótesis	6
3.1 Hipótesis 1: Impacto de las variables económicas	7
<i>Por tanto;</i>	8
3.2 Hipótesis 2: Influencia de los factores sociales	11
<i>Relación entre Enfermedades Transmisibles y Esperanza de Vida</i>	14
<i>Distribución Geográfica de Enfermedades Transmisibles</i>	14
<i>Impacto de las Causas Externas</i>	15
<i>Distribución por Nivel de Ingreso y Envejecimiento</i>	15
<i>Vacunación y Esperanza de Vida</i>	15
<i>Efectos Combinados y Preguntas Derivadas</i>	16
<i>Conclusión General Final</i>	17
<i>Hipótesis Específicas Derivadas</i>	17
4. Modelado Predictivo	19
<i>Modelos de Regresión Lineal Aplicados a Factores Sociales</i>	19
4.1 Regresión: esperanza de vida vs. tasa de suicidios	19
4.2 Regresión: esperanza de vida vs. tasa de homicidios	19
<i>Comparación de ambos modelos</i>	19
<i>Conclusión del análisis</i>	20
5. Visualización y Dashboard	20
<i>Principales secciones e insights representados:</i>	20
6. Conclusiones y Recomendaciones	21

Memoria del Proyecto Health Analytics para el estudio de la Salud Pública

1. Introducción

El presente documento recoge el trabajo realizado por nuestro equipo de análisis de datos, compuesto por Andrés Rivas Amil, José Alarcón Luna y Paula Fernández Páez, en el marco del **Proyecto Health Analytics**. El objetivo central del estudio ha sido analizar la relación entre distintos factores socioeconómicos y de salud pública con la **esperanza de vida** a nivel global, es decir, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo.

Para organizar el trabajo colaborativo dentro del equipo, se ha utilizado la plataforma GitHub, lo que ha permitido una gestión eficiente del código, el control de versiones y la integración fluida de los distintos componentes del proyecto.

Mediante la recopilación y análisis de datos, se han evaluado indicadores como el PIB per cápita, el gasto público en sanidad, tasas de vacunación de diferentes enfermedades, niveles de pobreza, homicidios, suicidios y principales causas de muerte. El proyecto se ha completado con la implementación de dos modelos de regresión lineal simple, utilizando como variables independientes la tasa de suicidios y la tasa de homicidios y el diseño de un dashboard interactivo con la herramienta Looker Studio para visualizar los principales hallazgos.

2. Análisis de Datos

2.1 Revisión y comprensión de los conjuntos de datos

Iniciamos el análisis con una revisión exhaustiva de los conjuntos de datos disponibles. Se analizaron su estructura, las variables presentes, y la calidad de los datos.

Listado de Variables Analizadas

- **Entity:** Nombre del país.
- **Code:** Código del país
- **Year:** Año del dato (formato fecha).
- **Period life expectancy at birth - Sex: all - Age: 0:** Esperanza de vida al nacer (en años). Variable dependiente principal del estudio.
- **Death by causes:** porcentaje de muertes por diversas causas como enfermedades respiratorias, cardiovasculares, diabetes, digestivas, agentes naturales externos, adicciones...
- **Homicide rate per 100.000 population- Both sexes- All ages-** Tasa de homicidios estandarizado por ambos sexos y todas las edades, por 100.000 personas.

Memoria del Proyecto Health Analytics para el estudio de la Salud Pública

Paula Fernández Páez, José Alarcón Luna y Andrés Rivas Amil

- **GDP per capita (output, multiple price benchmarks):** Producto Interno Bruto per cápita ajustado por paridad de poder adquisitivo (PPA).
- **Domestic general government health expenditure (% of GDP):** Gasto público en salud como porcentaje del PIB.
- **Age-standardized suicide rate - Sex: both sexes:** Tasa de suicidios ajustada por edad, para ambos sexos.
- **Share below \$1/\$2.15/\$3.65/...:** Porcentaje de la población viviendo por debajo de distintos umbrales de pobreza internacional.

El Banco Mundial establece la línea de pobreza extrema en vivir con menos de 2.15\$ al día y de pobreza moderada en vivir con menos de 3,65\$ por día para países de ingresos medio-bajos y de 6.85\$ para países de ingresos medio-altos.

- **Gini:** Índice de Gini, indicador de desigualdad en la distribución del ingreso.
- **palma_ratio:** Relación de Palma, que mide la desigualdad entre el 10% más rico y el 40% más pobre de la población.
- **MCV1 / DTP3 / Pol3 / BCG / HepB3 ...:** Tasa de vacunación en niños de un año según la vacuna correspondiente a distintas enfermedades.
- **poverty_gap_index_ =** Medida de profundidad de la pobreza respecto a distintos umbrales (cuánto en promedio se encuentran los pobres por debajo de la línea de pobreza).
- **decileX_share (X = 1–10):** Proporción del ingreso nacional total correspondiente a cada decil poblacional.
- **mean/median income or consumption per day:** Promedio o mediana del ingreso o consumo diario per cápita.

Estas fueron las variables iniciales consideradas en el estudio. Tras un proceso de depuración, transformación y análisis exploratorio de los datos, la selección final de variables fue ajustada para garantizar su relevancia, consistencia y utilidad analítica en relación con los objetivos del estudio.

Primeros pasos del análisis: criterios y decisiones iniciales

Realizamos un primer análisis exploratorio, para identificar tendencias generales, valores extremos y valores únicos de cada variable y un análisis descriptivo de los datos.

Este proceso permitió detectar ciertos aspectos clave que influyeron en las decisiones metodológicas adoptadas:

- **Presencia de valores nulos:** Se observaron algunos valores ausentes en algunas variables. Por un lado, se encontraron valores nulos en la columna Code en varios

dataframes, pero al ir relacionada directamente con Entity, no se perdía información. También presentaban nulos algunas variables relacionadas con tasas de vacunación, lo que responde a la ausencia de registros oficiales en determinados países o períodos.

Además, tras el proceso de mergeo de varios dataframes para poder analizar la esperanza de vida, surgieron algunos nulos en varios indicadores de pobreza y desigualdad.

Tras valorar distintas opciones, se decidió **conservar las observaciones incompletas** para no perder el contexto global del análisis, evitando imputaciones que pudieran introducir sesgos artificiales

- **Cobertura demográfica:** Los indicadores disponibles hacen referencia, en general, al conjunto de la población mundial sin posibilidad de filtrado por sexo o grupo de edad. Por tanto, el análisis se realizó sobre los valores agregados para **todos los sexos y todas las edades**, al no disponer de un mayor nivel de segmentación
- **Enriquecimiento de los datos:** Complementamos la base inicial con fuentes públicas como la OMS, el Banco Mundial y Our World in Data, para aclarar el significado de algunas variables y algunos de sus valores.

2.2 Selección y normalización de países, y marco temporal

Para garantizar un análisis representativo y equilibrado, se han seleccionado países de distintas regiones y niveles de desarrollo, asegurando así una adecuada diversidad geográfica y socioeconómica. Durante este proceso, se normalizaron los nombres de los países para unificar criterios entre los distintos conjuntos de datos, y se eliminaron agrupaciones o entidades no soberanas con el objetivo de evitar redundancias y duplicidades que pudieran distorsionar los resultados.

Criterios de exclusión geográfica:

Se excluyeron del análisis las siguientes categorías:

- Continentes considerados como agregados (e.g., "África", "Asia").
- Agrupaciones por nivel de ingresos (e.g., "Países de ingresos bajos").
- Regiones geopolíticas o macroagrupaciones (e.g., "Unión Europea", "Sudeste Asiático").
- Clasificaciones del Banco Mundial por regiones.
- Territorios no soberanos o dependientes de otros países (e.g., Groenlandia, Puerto Rico).

Para profundizar en la interpretación de los datos, se planteó inicialmente la posibilidad de realizar un análisis comparativo a partir de la selección de un *top 5*, *middle 5* y *bottom 5*, en función de variables clave como la esperanza de vida, el PIB per cápita y el porcentaje de gasto en sanidad. Sin embargo, esta opción fue finalmente descartada tras una revisión crítica junto al tutor del proyecto. Se consideró que este enfoque podía inducir sesgos en la representación global, ya que los países seleccionados no reflejaban adecuadamente la diversidad geográfica y socioeconómica del conjunto, y además, en varios casos, no se disponía de datos completos y consistentes para todas las variables analizadas. La recomendación del tutor fue optar por un enfoque más equilibrado y deliberado en la selección de países, lo que permitió mantener la coherencia metodológica y asegurar la comparabilidad transversal de los datos.

Criterios temporales:

En cuanto al marco temporal, se revisó la disponibilidad de datos en cada uno de los conjuntos para establecer un rango cronológico coherente que permitiera el análisis longitudinal de todas las variables. Se ha definido un período de **20 años, desde el año 2000 hasta 2019**, con el fin de:

- Garantizar la presencia continua de datos comparables entre todas las variables seleccionadas.
- Excluir el impacto del episodio del COVID-19, cuya influencia significativa y atípica podría sesgar los resultados.
- Asegurar el aprovechamiento del marco temporal más amplio del que se disponía de datos de forma simultánea en todos los dataframes, maximizando así la profundidad y consistencia del análisis.

Por otro lado, según la información de la plataforma **Our World in Data** (fuente principal de varios de los conjuntos utilizados), los datos se actualizan de manera parcial hasta 2021 (con la última actualización en 2024) y no se prevén nuevas actualizaciones hasta el año 2028. Esta limitación imposibilita un análisis riguroso del periodo posterior a 2019, especialmente en lo referente a la pandemia, cuya cobertura y efectos aún no se reflejan de forma homogénea en los datos disponibles.

3. Análisis: Organización del Data Storytelling y Formulación de Hipótesis

Tras el proceso de limpieza, normalización y análisis exploratorio de los datos, se ha planteado el **data storytelling** con el fin de estructurar el análisis y los hallazgos de forma clara, coherente y orientada a la toma de decisiones.

El análisis se ha organizado en torno a tres grandes **hipótesis**, cada una de las cuales aborda un grupo distinto de factores que potencialmente influyen en la **esperanza de vida** en los países analizados:

3.1 Hipótesis 1: Impacto de las variables económicas

“Existe una relación positiva entre el desarrollo económico de un país (medido por indicadores como el PIB per cápita, el gasto en salud, los niveles de pobreza o la desigualdad) y su esperanza de vida.”

Esta hipótesis se enfoca en entender cómo el nivel de riqueza y la inversión en salud impactan directamente en la longevidad de la población. Se analizaron variables como el PIB per cápita, el gasto público en salud, los niveles de pobreza, y los indicadores de desigualdad y su relación con la esperanza de vida media.

Para dar respuesta a esta primera hipótesis, se han formulado algunas preguntas:

- 1. ¿Las crisis económicas afectan la esperanza de vida? ¿Las recesiones económicas tienen un impacto inmediato en la esperanza de vida, o el efecto se refleja en el largo plazo? ¿Los países que han experimentado crisis económicas recientes han visto cambios en las tasas de mortalidad por suicidio o enfermedades prevenibles?**

Sí. En contextos de recesión (definida como una caída del 5% o más en el PIB per cápita), se observa que la esperanza de vida media desciende respecto a años sin crisis. Esto sugiere que los efectos negativos de las recesiones pueden ser inmediatos en términos de salud poblacional.

- 2. ¿Cómo se relaciona el PIB per cápita con la esperanza de vida? ¿Es una relación lineal o se aplana en niveles altos de PIB?**

Se relaciona de forma lineal y positiva, de manera que a mayor PIB per cápita, mayor esperanza de vida. Pero se aplana en niveles altos de PIB y de esperanza de vida, es decir, la relación es decreciente, lo cual indica que:

- Al principio, un aumento en el PIB per cápita se asocia con grandes mejoras en la esperanza de vida (especialmente en países pobres).
- Pero después de cierto punto, seguir aumentando el PIB per cápita tiene cada vez menos efecto en la esperanza de vida.

- 3. ¿Influye más el PIB absoluto o el gasto público en salud (% del PIB)?**

Hay una correlación positiva en ambos casos, pero:

Memoria del Proyecto Health Analytics para el estudio de la Salud Pública

Paula Fernández Páez, José Alarcón Luna y Andrés Rivas Amil

- La **relación entre esperanza de vida y PIB per cápita se aplana más** (es decir, tiene una pendiente decreciente),
- La **relación con el gasto en sanidad es más lineal** y sostenida (mantiene una pendiente más constante), lo que indica que incrementos sucesivos en esta variable siguen generando mejoras en salud.

Esto indica, como hemos comentado previamente, un **efecto marginal del PIB per cápita decreciente**.

Por otro lado, se observa un **efecto más constante del gasto en sanidad**. Una relación más lineal con el gasto público en sanidad implica que:

- Cada unidad adicional de gasto produce un efecto más constante en la mejora de la esperanza de vida.
- La influencia es más directa y proporcional, sin tanta saturación.

Por tanto;

- El **PIB per cápita** puede influir en la esperanza de vida **de manera indirecta** (mejores condiciones de vida, educación, infraestructura), pero sus efectos se agotan a medida que aumenta.
- El **gasto en sanidad**, al estar más directamente vinculado con el sistema de salud, puede tener una **influencia más específica y sostenida** sobre la esperanza de vida

S observamos la **matriz de correlaciones**:

- En PIB per cápita la correlación(0.83) es muy fuerte, cuanto más rico es el país, mayor esperanza de vida.
- También es fuerte la correlación con el gasto público en sanidad(0.62).
- En países extremos (muy alta o muy baja esperanza de vida), el ingreso y la salud pública tienen un impacto más claro y más fuerte sobre la longevidad.

4. ¿La desigualdad (GINI o índice de desigualdad) modera el efecto del PIB en la esperanza de vida?

Estructuramos la respuesta a esta pregunta a través de la matriz de correlaciones de indicadores de **pobreza**:

- **Variables con correlación positiva** con esperanza de vida: bottom50_share y middle40_share.

Cuando la mitad más pobre (o el 40% medio) de la población tiene una mayor participación en el ingreso, la esperanza de vida es más alta. Serían sociedades

más igualitarias, donde la riqueza está mejor distribuida y más personas tienen acceso a recursos que influyen en salud: nutrición, atención médica, educación, etc.

- **Variables con correlación negativa** con esperanza de vida: palma_ratio, s80_s20_ratio, p90_p10_ratio, p90_p50_ratio, p50_p10_ratio.

Estas métricas capturan la desigualdad, mostrando cuánto más ganan los más ricos respecto a los más pobres. Su correlación negativa sugiere que a mayor desigualdad, menor esperanza de vida. (Peor acceso a servicios de salud entre los pobres, Mayor estrés social...)

Por otro lado, si se analizan los indicadores de **desigualdad (GINI y MLD)**:

- **GINI**: Tiene una correlación negativa con esperanza de vida. A mayor desigualdad general, peor es la salud promedio de la población.
- **MLD (Mean Log Deviation)**: También mide la desigualdad, pero con más peso en la parte baja de la distribución. Si MLD se correlaciona negativamente, quiere decir que una mayor privación en los más pobres afecta mucho la esperanza de vida del país o región.

Por ello, la esperanza de vida no solo depende del nivel de riqueza de un país, sino de cómo esa riqueza está distribuida. Incluso en países relativamente ricos, si hay mucha desigualdad, la calidad de vida y la salud pueden verse gravemente afectadas en sectores amplios de la población. Esto se refleja directamente en una menor esperanza de vida promedio.

Sociedades con una distribución del ingreso más equitativa presentan mejores resultados en salud.

5. ¿Cómo afecta la pobreza extrema a la esperanza de vida?

Respecto a la pobreza extrema, estos dos indicadores miden el porcentaje del ingreso total que corresponde a la población que vive bajo líneas internacionales de pobreza extrema:

- \$2.15 (USD diarios): línea extrema (definida por el Banco Mundial).
- \$3.65: línea algo más amplia, para países de ingreso bajo-medio.

Observamos que, la esperanza de vida no solo disminuye con la desigualdad, sino particularmente con la pobreza extrema. Incluso si el ingreso total no está mal distribuido, si una parte significativa de la población sobrevive con menos de lo necesario, eso deteriora los indicadores de salud de todo el país.

6. ¿Puede el gasto público en sanidad mitigar los efectos negativos de la desigualdad?

Si analizamos la correlación entre la desigualdad y la esperanza de vida para distintos niveles de gasto público en sanidad, se observa que en panel de bajo gasto, la pendiente entre GINI y esperanza de vida es más negativa, más pronunciada, y en el panel de alto gasto, la pendiente es menos negativa o neutra, por lo que efectivamente se confirma la

Memoria del Proyecto Health Analytics para el estudio de la Salud Pública

Paula Fernández Páez, José Alarcón Luna y Andrés Rivas Amil

hipótesis de que el gasto público en sanidad actúa como un moderador que amortigua los efectos sociales negativos de la distribución desigual del ingreso.

Correlaciones observadas con la esperanza de vida (Hipótesis 1: Variables económicas)

El análisis de correlaciones cuantitativas refuerza los hallazgos narrativos planteados en esta hipótesis. A continuación, se resumen las relaciones más significativas:

Variable	Correlación esperanza de vida	con Interpretación
PIB per cápita	+0.83 (fuerte)	A mayor nivel de ingreso, mayor esperanza de vida. Relación positiva que se aplanan en niveles altos.
Gasto público en salud (% del PIB)	+0.62 (moderada-fuerte)	Influencia positiva más lineal. Mejora constante de salud con cada aumento de gasto.
Índice GINI	-0.55 (moderada-negativa)	A mayor desigualdad, menor esperanza de vida.
Palma ratio / S80-S20 / P90-P10	Negativa significativa	Alta desigualdad entre ricos y pobres reduce la esperanza de vida.
Bottom 50% share / Middle 40% share	Positiva significativa	Mejor distribución del ingreso se asocia a mayores niveles de longevidad.
Pobreza extrema (\$2.15, \$3.65 diarios)	Negativa	Altos niveles de pobreza extrema reducen el

promedio nacional de
esperanza de vida.

Conclusión:

Las correlaciones respaldan que tanto el nivel de ingreso como su distribución influyen en la salud poblacional. Aunque el PIB per cápita tiene un efecto inicial importante, su impacto decrece con niveles altos. Por el contrario, el gasto público en salud muestra una influencia más estable y continua. Finalmente, la desigualdad y la pobreza extrema tienen efectos negativos sistemáticos y significativos sobre la esperanza de vida.

3.2 Hipótesis 2: Influencia de los factores sociales

“Factores sociales como las tasas de homicidio o suicidio de un país tienen un impacto significativo y, en algunos casos, negativo sobre la esperanza de vida.”

En esta línea de análisis, se abordaron variables que reflejan las condiciones sociales, de seguridad y de salud mental en distintos contextos nacionales. El objetivo fue explorar hasta qué punto la exclusión social, la violencia o el malestar psicosocial pueden afectar la esperanza de vida, independientemente del nivel económico de los países.

Respecto a la **tasa de suicidios**, se formularon varias preguntas para profundizar en la relación entre esperanza de vida y suicidio:

1. ¿Una mayor esperanza de vida se asocia con una menor tasa de suicidios?

No necesariamente. Países con esperanza de vida elevada como Japón, Francia o Suecia presentan también tasas de suicidio relativamente altas. Esto sugiere que factores como el aislamiento social, la presión laboral o la prevalencia de enfermedades mentales pueden neutralizar los beneficios de una alta calidad de vida.

Conclusión: una mayor esperanza de vida no implica necesariamente una menor tasa de suicidios.

2. ¿Existe una relación entre baja esperanza de vida y tasas excepcionalmente altas de suicidio en ciertos países?

En países como Lesotho o Eswatini, con una esperanza de vida muy baja, se registran las tasas más altas de suicidio de toda la muestra. Factores como la pobreza extrema, el impacto del VIH, la escasa atención en salud mental y la estigmatización social explican en parte esta situación.

→ *Conclusión: los países con baja esperanza de vida pueden presentar tasas extremadamente altas de suicidio.*

3. ¿Existe una correlación positiva entre la esperanza de vida alta y las tasas de suicidio en algunos países desarrollados?

Rusia y Lituania, con esperanza de vida superior a 75 años, muestran tasas de suicidio más altas que muchos países con esperanza de vida media o baja. Factores como los largos

inviernos, la baja exposición solar (depresión estacional) y el elevado consumo de alcohol pueden estar relacionados con este fenómeno, conocido en algunos estudios como el “trastorno afectivo estacional”.

Por otro lado, en cuanto a la tasa de homicidios, también se examinó la relación entre esperanza de vida y criminalidad violenta:

1. ¿Es la baja tasa de homicidios una característica estructural de los países con mejor calidad de vida?

La mayoría de los países con alta esperanza de vida presentan tasas muy bajas de homicidio, lo que sugiere una correlación positiva entre calidad de vida y seguridad ciudadana. Países como Japón, Andorra, Mónaco o Singapur, con niveles muy altos de longevidad, mantienen tasas de homicidio inferiores al 1%. Esto refuerza la idea de que la seguridad ciudadana, la estabilidad social y el bajo nivel de violencia son factores estrechamente asociados a una vida más larga. Esto se llama la Paradoja de la Seguridad en Países de Alta Esperanza de Vida

2. ¿Los microestados presentan consistentemente tasas de homicidio más bajas que países más grandes, independientemente de su esperanza de vida?

Países como San Marino, Islandia o Brunei, a pesar de tener distintos niveles de esperanza de vida, presentan de forma consistente tasas de homicidio muy reducidas. El tamaño reducido, la cohesión social y una mayor capacidad de control institucional parecen favorecer esta situación. Esta es la hipótesis de la Excepción de los Pequeños Estados

3. ¿Existen patrones regionales consistentes que expliquen por qué América Latina y África lideran en tasas de homicidio a nivel global?

Las tasas más altas de homicidio se concentran geográficamente en América Latina y algunas zonas de África. Los 10 países con tasas más altas de homicidios se concentran en estas 2 zonas. En Centroamérica, las tasas elevadas se relacionan con el narcotráfico, el crimen organizado, la desigualdad económica, y la debilidad institucional. En África, se suman factores como los conflictos armados y la inestabilidad política. Esta concentración geográfica sugiere una fuerte influencia del contexto regional sobre los niveles de violencia. Esta es la Hipótesis de la Brecha Regional.

4. ¿Algunos países con baja esperanza de vida y bajos ingresos presentan tasas de homicidio sorprendentemente bajas debido a factores como la cohesión social o menor urbanización?

Malawi y Mozambique son ejemplos de países con condiciones económicas difíciles, pero con tasas de homicidio reducidas. La cohesión comunitaria, la cultura local y la menor urbanización pueden contribuir a explicar este fenómeno, lo que indica que la pobreza no siempre se traduce directamente en violencia, siendo la excepción algunos países más rurales. Esto se llama la Resiliencia Social en Países Pobres.

Correlaciones observadas con la esperanza de vida (Hipótesis 2: Variables sociales)

El análisis de correlaciones cuantitativas refuerza los hallazgos narrativos planteados en esta hipótesis. A continuación, se resumen las relaciones más significativas:

Variable	Correlación con esperanza de vida	Interpretación
Tasa de suicidios	-0.38 (moderada-negativa)	Aunque la relación no es universal, existe una tendencia a que mayores tasas de suicidio se asocien con una menor esperanza de vida, especialmente en contextos de pobreza o crisis sanitaria. Sin embargo, hay excepciones en países desarrollados con alta longevidad.
Tasa de homicidios	-0.65 (fuerte-negativa)	Relación clara: países con altas tasas de homicidio suelen tener esperanza de vida significativamente menor. La violencia letal está fuertemente asociada con condiciones sociales adversas que deterioran la salud y la longevidad.

3.3 Hipótesis 3: Relevancia de los indicadores de salud pública

Memoria del Proyecto Health Analytics para el estudio de la Salud Pública

Paula Fernández Páez, José Alarcón Luna y Andrés Rivas Amil

“Los países con mayor cobertura de vacunación y menor proporción de muertes por enfermedades transmisibles tienden a tener una mayor esperanza de vida, independientemente de su nivel económico.”

En esta última línea narrativa se analizó el impacto de las políticas y servicios de salud pública, particularmente las tasas de vacunación, cobertura sanitaria y prevención de enfermedades, como elementos fundamentales para mejorar la calidad y duración de la vida.

En este sentido, se han formulado las siguientes preguntas:

1. ¿Qué tipo de causa de muerte (transmisible, no transmisible, externa) está más asociada a una menor esperanza de vida a nivel global?

Las muertes por enfermedades transmisibles están más asociadas a una menor esperanza de vida a nivel global, con una correlación negativa de **-0.47**. Esto indica que en los países y años donde hay más muertes por enfermedades como VIH/SIDA, malaria o tuberculosis, la esperanza de vida tiende a ser significativamente más baja.

En comparación:

- Las **muertes externas** (violencia, accidentes, etc.) también tienen una relación negativa (**-0.12**), pero menos fuerte.
- Las **muertes por enfermedades no transmisibles** (como cáncer o enfermedades cardíacas) presentan una correlación **ligeramente positiva (0.08)**, posiblemente porque son más comunes en países con poblaciones longevas.

Relación entre Enfermedades Transmisibles y Esperanza de Vida

2. Los países con mayor porcentaje de muertes por enfermedades infecciosas tienen sistemáticamente una menor esperanza de vida?

Sí. La correlación negativa de **-0.82** entre el porcentaje de muertes por enfermedades transmisibles y la esperanza de vida lo confirma.

Distribución Geográfica de Enfermedades Transmisibles

Relación entre regiones y esperanza de vida:

- **Europa (Verde):** Muy baja proporción de muertes transmisibles (~5%) y esperanza de vida muy alta (~78 años).

- **América (Azul):** Proporción baja (~12%) y esperanza de vida alta (~73.5 años).
- **Asia (Naranja):** Moderada proporción (~16%) y esperanza de vida media (~72 años).
- **Oceanía (Rojo):** Similar a Asia (~16%), con esperanza de vida ligeramente inferior (~70 años).
- **África (Morado):** Alta proporción (~52%) y esperanza de vida baja (~60 años).

Europa muestra la situación más favorable, África la más desfavorable. América, Asia y Oceanía están en posiciones intermedias. Esto refuerza la relación inversa entre enfermedades transmisibles y esperanza de vida.

Impacto de las Causas Externas

3. ¿Las muertes por causas externas tienen un impacto significativo en la esperanza de vida nacional?

Dado que la correlación es débil, su impacto parece limitado en comparación con otras variables. Sería útil usar modelos multivariantes para entender mejor su efecto relativo.

Distribución por Nivel de Ingreso y Envejecimiento

4. ¿Existe un patrón por nivel de ingreso en la distribución de causas de muerte?

Sí. Las enfermedades crónicas son más comunes en países desarrollados debido al envejecimiento poblacional, lo que puede generar una correlación positiva con la esperanza de vida, aunque no causal directa.

Vacunación y Esperanza de Vida

5. ¿Qué vacunas muestran mayor correlación con aumentos en la esperanza de vida?

- Vacunas con correlación positiva significativa (como HepB3, DTP3, Hib3, Pol3, IPV1, MCV1, PCV3, RCV1, RotaC): muestran que al aumentar su cobertura, también lo hace la esperanza de vida. Estas vacunas previenen enfermedades infantiles mortales, reduciendo la mortalidad temprana.

- YFV – Fiebre Amarilla: No muestra una relación clara ni consistente. La correlación negativa se explica por razones geográficas y no por un efecto adverso.

6. ¿Existe un umbral de cobertura vacunal a partir del cual se observa una mejora significativa?

- Cobertura < 70%: Esperanza de vida promedio ≈ 59 años.
- Cobertura > 95%: Esperanza de vida promedio ≈ 74 años.

Esto indica una relación positiva clara entre cobertura vacunal y longevidad.

7. ¿En cuánto tiempo se refleja el efecto de una campaña de vacunación?

Las mejoras se observan en el **mediano plazo (3–5 años)**. Las campañas sostenidas en el tiempo, junto con otros factores sanitarios y sociales, potencian los beneficios.

8. ¿Qué países han logrado aumentos notables en esperanza de vida junto con mejoras en vacunación?

- Mayoría: Se concentran en el cuadrante superior derecho (alta cobertura, alta esperanza de vida).
- Algunos países: Mejoran significativamente la esperanza de vida sin mejoras grandes en cobertura, lo que sugiere factores adicionales (salud pública, paz, crecimiento económico).
- Otros: Presentan estancamiento o retrocesos, frecuentemente por inestabilidad o crisis humanitarias.

Efectos Combinados y Preguntas Derivadas

9. ¿La combinación de alta vacunación y baja mortalidad por enfermedades transmisibles genera un efecto amplificado sobre la esperanza de vida?

Sí, los datos sugieren que la vacunación actúa como un factor protector, y su efecto se potencia cuando se reduce la carga de enfermedades prevenibles.

El grupo de Baja vacunación + Baja mortalidad son países que además de tener sistemas de salud fuertes hace tiempo que erradicaron la mayoría de enfermedades en su territorio, con campañas de vacunación anteriores al rango de años que estamos estudiando.

10. ¿Los países con alta vacunación tienen menores tasas de muerte por enfermedades transmisibles?

En general, sí. Existe una asociación negativa entre cobertura vacunal y mortalidad por enfermedades transmisibles.

11. ¿Qué tan fuerte es la relación entre vacunación y esperanza de vida?

Significativa. Las vacunas contribuyen indirectamente al aumento de la esperanza de vida al reducir la mortalidad infantil y prevenir brotes epidémicos.

12. ¿La reducción en muertes por enfermedades prevenibles explica parte del aumento en la esperanza de vida?

Sí, especialmente en países en desarrollo donde la mejora en la cobertura vacunal ha sido clave para disminuir la mortalidad infantil.

Conclusión General Final

"Los países con alta cobertura de vacunación y baja proporción de muertes por enfermedades transmisibles presentan una esperanza de vida significativamente mayor, independientemente de su nivel de ingreso o carga de enfermedades no transmisibles."

Hipótesis Específicas Derivadas

1. "Existe una correlación positiva significativa entre el porcentaje de población vacunada contra enfermedades prevenibles (como sarampión, polio o DTP) y la esperanza de vida."
2. "La proporción de muertes por enfermedades transmisibles está negativamente correlacionada con la esperanza de vida, siendo este efecto más pronunciado en países de ingresos bajos y medios."
3. "La vacunación actúa como un factor protector indirecto al reducir la mortalidad por enfermedades prevenibles, lo que contribuye al aumento de la esperanza de vida, incluso en presencia de altas tasas de enfermedades no transmisibles."

Correlaciones observadas con la esperanza de vida (Hipótesis 3: Indicadores de salud pública)

Memoria del Proyecto Health Analytics para el estudio de la Salud Pública

Paula Fernández Páez, José Alarcón Luna y Andrés Rivas Amil

Variable	Correlación con esperanza de vida	Interpretación
% de muertes por enfermedades transmisibles	-0.82 (muy fuerte-negativa)	A mayor carga de enfermedades infecciosas, menor esperanza de vida. Principal factor limitante en países de ingresos bajos.
Cobertura vacunal media (MCV1, DTP3, Pol3, etc.)	+0.71 (fuerte-positiva)	Mayor cobertura de vacunación se asocia claramente con una mayor esperanza de vida, especialmente en infancia.
% de muertes por enfermedades transmisibles	+0.08 (débil-positiva)	Ligera relación positiva; más comunes en países con poblaciones longevas y envejecidas.
% de muertes por causas externas (violencia, accidentes, etc.)	-0.12 (débil-negativa)	Impacto limitado en la esperanza de vida a nivel poblacional. Relación menos consistente.
Umbral de vacunación > 95%	Umbral clave observado	A partir de una cobertura superior al 90–95%, se asocian sistemáticamente mayores valores de esperanza de vida.

Este enfoque estructurado permitió no solo organizar los análisis y visualizaciones en bloques temáticos comprensibles, sino también facilitar la interpretación de los resultados por parte de audiencias técnicas y no técnicas. Además, cada hipótesis se ha respaldado con evidencia visual tanto en los notebook con código en Python, como en el dashboard interactivo en Looker Studio, permitiendo una exploración intuitiva por parte de los usuarios

Queremos hacer especial énfasis en evitar interpretaciones erróneas, y recordar que la **correlación no implica causalidad**.

4. Modelado Predictivo

Modelos de Regresión Lineal Aplicados a Factores Sociales

Con el objetivo de cuantificar el impacto de variables sociales sobre la esperanza de vida, se han desarrollado dos modelos de regresión lineal simple. Las variables independientes consideradas fueron la **tasa de suicidios** y la **tasa de homicidios** por cada 100.000 habitantes, mientras que la variable dependiente fue la **esperanza de vida al nacer**.

4.1 Regresión: esperanza de vida vs. tasa de suicidios

El primer modelo mostró una relación negativa entre la tasa de suicidios y la esperanza de vida.

- **Coefficiente:** -0.33 → Cada aumento de un punto en la tasa de suicidios reduce la esperanza de vida en 0.33 años.
- **Intercepto:** 76.37 → Esperanza de vida estimada si no existieran suicidios.
- **R² = 0.16** → El 16% de la variabilidad de la esperanza de vida se explica por la tasa de suicidios.

4.2 Regresión: esperanza de vida vs. tasa de homicidios

El segundo modelo también evidenció una relación negativa, aunque más débil, entre la tasa de homicidios y la esperanza de vida.

- **Coefficiente:** -0.14 → Cada aumento de un punto en la tasa de homicidios reduce la esperanza de vida en 0.14 años.
- **Intercepto:** 73.91
- **R² = 0.05** → Solo el 5% de la variabilidad se explica por esta variable.

Comparación de ambos modelos

- En términos de pendiente y R², la **tasa de suicidios** demuestra un impacto más fuerte y consistente sobre la esperanza de vida que la tasa de homicidios.
- En la visualización conjunta, la nube de puntos para suicidios presenta una tendencia descendente más clara y una pendiente más pronunciada.

- Ambos modelos lineales confirman relaciones negativas, pero también evidencian que otros factores deben ser considerados para explicar completamente las diferencias en esperanza de vida entre países

Conclusión del análisis

Ambas variables presentan una relación negativa con la esperanza de vida, sin embargo, la tasa de suicidios se comporta como un **predictor más fuerte y estable** que la de homicidios. A pesar de ello, ambos modelos tienen **baja capacidad explicativa (R^2 bajos)**, lo que indica que existen múltiples factores adicionales que influyen significativamente en la esperanza de vida y deben ser considerados en futuros análisis.

5. Visualización y Dashboard

Para comunicar los hallazgos de forma clara e interactiva, se diseñó un dashboard con la herramienta **Looker Studio**, destinado a un posible uso por parte de la OMS.

Se desarrolló un dashboard interactivo en Looker Studio que permite explorar de forma visual e intuitiva las relaciones entre esperanza de vida y un amplio conjunto de variables económicas, sociales y sanitarias a nivel global. Este panel ofrece insights clave a través de mapas, gráficos comparativos y series temporales que facilitan el análisis multivariable y geográfico.

Principales secciones e insights representados:

- **Contexto General e indicadores relevantes:** Se representa la evolución global de la esperanza de vida desde el año 2000, con gráficos de líneas para series temporales y tarjetas de indicadores (scorecards) que muestran valores agregados como la media y la mediana mundial. Ambos datos se han tomado del dataset de indicadores_relevantes, y se han contrastado con los datos oficiales que da la OMS actualmente.
- **Variables Sociales:** Se incluyen gráficos de tarta, mapas de calor y gráficos de dispersión para analizar la relación entre la esperanza de vida y las tasas de suicidio y homicidios. Estas visualizaciones permiten identificar patrones regionales, como la alta violencia en América Latina o la paradoja de suicidios en países desarrollados.
- **Variables Económicas:** Mediante gráficos de dispersión y mapas geográficos se representa la relación entre el PIB per cápita, el gasto público en salud, los índices de desigualdad (GINI, Palma Ratio) y la esperanza de vida. Se destacan correlaciones fuertes entre estas variables y el nivel de longevidad.
- **Variables Sanitarias:** Se emplean gráficos de barras, dispersión y mapas para mostrar la cobertura vacunal por país, así como la proporción de muertes por tipo de

causa (transmisibles, no transmisibles, externa). Se identifica una fuerte relación negativa entre enfermedades prevenibles y esperanza de vida, especialmente en países africanos.

- **Comparativas Interactivas:** Se incorporan filtros por región, año y nivel de ingreso para facilitar análisis personalizados. También se utilizaron diagramas de correlación y líneas de tendencia para destacar asociaciones clave entre variables.

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Recomendaciones sobre las Variables Sociales

Recomendaciones para reducir las tasas de suicidio en países con alta incidencia

1. Reforzar los servicios de salud mental

- Incrementar la disponibilidad y accesibilidad de atención psicológica y psiquiátrica, especialmente en zonas rurales y entre grupos vulnerables como jóvenes y personas mayores.
- Capacitar al personal sanitario en la detección precoz y el manejo del riesgo suicida.

2. Prevenir el abuso de alcohol

- Implementar campañas de sensibilización sobre los riesgos del consumo excesivo de alcohol.

- Regular la comercialización y publicidad de bebidas alcohólicas, así como ampliar el acceso a programas de tratamiento para personas con dependencia.

3. Fomentar la cohesión social y el apoyo comunitario

- Impulsar redes de apoyo, actividades comunitarias y programas de voluntariado, con especial atención a personas en situación de aislamiento social.
- Desestigmatizar los problemas de salud mental y el suicidio mediante campañas de información y educación.

4. Abordar determinantes estructurales y económicos

- Mejorar las condiciones de vida mediante políticas que reduzcan la desigualdad y refuercen la protección social.
- Brindar apoyo específico a personas desempleadas o en riesgo de exclusión económica.

5. Considerar el impacto del clima y la estacionalidad

- Promover la detección y tratamiento de la depresión estacional, particularmente en regiones con inviernos prolongados y baja exposición a la luz solar.
- Facilitar el acceso a terapias de luz y fomentar actividades recreativas durante los meses fríos.

La reducción de la tasa de suicidio exige una estrategia integral y coordinada, que combine la mejora de la salud mental, el fortalecimiento de redes sociales, la equidad económica y la adaptación a factores culturales y ambientales.

Recomendaciones para reducir las tasas de homicidio en países con alta incidencia

1. Fortalecer las instituciones de seguridad y justicia

- Mejorar la formación, los recursos y la supervisión de los cuerpos policiales.
- Garantizar investigaciones rigurosas y un sistema judicial eficaz para reducir la impunidad.

2. Abordar las causas estructurales de la violencia

- Aplicar políticas que reduzcan la desigualdad, amplíen el acceso a la educación y fomenten oportunidades laborales, especialmente para la juventud.
- Impulsar el desarrollo comunitario en áreas vulnerables para reforzar el sentido de pertenencia y cohesión social.

3. Combatir el crimen organizado y el tráfico ilícito

- Desarrollar estrategias integrales contra el crimen organizado y el tráfico de armas y drogas.
- Potenciar la cooperación internacional y regional en materia de seguridad y justicia.

4. Promover mecanismos de resolución pacífica de conflictos

- Implementar programas de mediación, justicia restaurativa y educación en habilidades socioemocionales como la resolución de conflictos y la comunicación no violenta.
- Involucrar a líderes comunitarios y organizaciones civiles en la prevención y resolución de la violencia.

5. Apoyar a las víctimas y proteger a los grupos en riesgo

- Ofrecer atención psicológica, jurídica y social a víctimas de violencia y a sus familiares.
- Identificar y proteger a los grupos más vulnerables, como mujeres, niños, adolescentes y personas desplazadas.

La reducción de la violencia homicida requiere un enfoque multisectorial, sostenido y centrado en la equidad, la justicia social y el fortalecimiento del tejido comunitario.

**6.2 Recomendaciones sobre las Variables Económicas:
Recomendaciones para mejorar la esperanza de vida a través de políticas económicas**

1. Aumentar la inversión pública en salud

- Priorizar un incremento sostenido del gasto público en sanidad como proporción del PIB, especialmente en países en desarrollo, dado su efecto positivo y constante

sobre la esperanza de vida.

- Asegurar una distribución equitativa del gasto en salud, reforzando los sistemas públicos y reduciendo barreras de acceso, en especial para poblaciones vulnerables.

2. Promover un crecimiento económico inclusivo

- Implementar políticas de desarrollo que prioricen no solo el aumento del PIB per cápita, sino también su impacto en el bienestar general.
- Fomentar la creación de empleo digno, la formalización del trabajo y el acceso universal a servicios básicos como agua, educación y atención sanitaria.

3. Reducir la pobreza extrema de forma estructural

- Desarrollar programas sociales focalizados que mejoren el ingreso de los hogares en situación de pobreza extrema, especialmente en zonas rurales o marginadas.
- Garantizar que ninguna parte significativa de la población quede por debajo de los umbrales internacionales de subsistencia, como los definidos por el Banco Mundial (\$2.15 o \$3.65 diarios).

4. Disminuir la desigualdad en la distribución del ingreso

- Establecer mecanismos fiscales progresivos (mediante el sistema de impuestos de cada país) para redistribuir los ingresos y reforzar la equidad social.
- Promover políticas laborales que eleven los ingresos de los deciles bajos y fortalezcan a la clase media, como el salario mínimo, la negociación colectiva o los

subsidios al empleo.

5. Utilizar el gasto público como herramienta de compensación frente a la desigualdad

- Reforzar el papel del Estado como agente compensador en contextos de alta desigualdad: allí donde el índice de GINI o el Palma Ratio son elevados, el gasto público en salud y protección social puede mitigar sus efectos negativos sobre la longevidad.
- Priorizar la inversión social en regiones o grupos donde la desigualdad genera mayores brechas en salud y bienestar.

Las políticas económicas no solo deben buscar el crecimiento del ingreso agregado, sino asegurar que dicho crecimiento se traduzca en mejoras reales y equitativas en la calidad y duración de vida de toda la población.

6.2 Recomendaciones sobre las Variables Sanitarias: Recomendaciones para mejorar la esperanza de vida a través de políticas sanitarias

1. Fortalecimiento de Programas de Vacunación

Se recomienda priorizar la inversión en programas de vacunación, especialmente en países con baja cobertura, dado el fuerte vínculo positivo observado entre las tasas de vacunación y la esperanza de vida. Campañas sostenidas y con cobertura superior al 90% muestran beneficios acumulativos en el mediano y largo plazo

2. Vigilancia de Enfermedades Transmisibles como Indicador de Riesgo

Dado que la mortalidad por enfermedades transmisibles está fuertemente asociada con menor esperanza de vida, se recomienda que los países utilicen esta métrica como un indicador prioritario para la evaluación de riesgo sanitario, especialmente en contextos de bajos ingresos.

3. Utilizar la cobertura vacunal como indicador predictivo de salud poblacional

Dado que el análisis ha demostrado que altos niveles de vacunación están asociados a menores tasas de mortalidad por enfermedades prevenibles, se recomienda incorporar estos datos en sistemas de monitoreo sanitario como indicador temprano de progreso o alerta de deterioro.

4. Promover estrategias sostenidas a medio plazo

El efecto positivo de las campañas de vacunación en la esperanza de vida se observa con más claridad a partir de los 3 a 5 años. Por tanto, es fundamental garantizar la continuidad de las estrategias vacunales más allá de los ciclos políticos o presupuestarios anuales.

5. Fomentar la integración de programas de vacunación con otras políticas de salud pública

Para maximizar los beneficios sobre la esperanza de vida, se recomienda integrar la vacunación con acciones complementarias como campañas de higiene, mejora del acceso a servicios básicos de salud, y educación sanitaria, especialmente en contextos de alta vulnerabilidad.

6. Focalizar intervenciones en la reducción de enfermedades transmisibles

Dado que las enfermedades transmisibles muestran una correlación negativa clara y fuerte con la esperanza de vida, se recomienda priorizar intervenciones orientadas a su control y erradicación, incluyendo campañas de prevención, diagnóstico precoz y acceso universal a tratamientos eficaces.

7. Considerar la carga de enfermedades no transmisibles en contextos de envejecimiento

Aunque las enfermedades no transmisibles (ENT) tienen una correlación ligeramente positiva con la esperanza de vida, esto se debe a su mayor prevalencia en

poblaciones longevas. Se sugiere no descuidar su abordaje, promoviendo políticas de prevención primaria (alimentación, ejercicio, control de factores de riesgo) en países con población envejecida.

8. Reforzar la vigilancia de muertes por causas externas en subgrupos vulnerables

Las causas externas (violencia, accidentes) no muestran una relación lineal fuerte con la esperanza de vida a nivel global, pero pueden tener efectos graves en poblaciones específicas (jóvenes, hombres, regiones en conflicto). Se recomienda mejorar los sistemas de vigilancia y prevención focalizada para estos grupos.

9. Mejorar en la Recolección y Estándares de Datos

Es necesario mejorar la consistencia y cobertura de los datos sanitarios, especialmente en países con menor capacidad de reporte. La falta de datos confiables puede sesgar el análisis y dificultar una toma de decisiones basada en evidencia.

10. Implementar análisis complementarios ajustados por población y edad

Aunque este estudio se ha basado en valores absolutos, futuras evaluaciones deberían considerar tasas específicas por edad y por cada 100.000 habitantes. Esto permitiría una mejor comparación entre países y una evaluación más precisa del impacto sanitario real.